

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет энергетики
Электротехники, теплотехники и виэ



УТВЕРЖДЕНО:
Декан, Руководитель подразделения
Шевченко А.А.
(протокол от 22.04.2024 № 27)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
« МЕТРОЛОГИЯ »**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Разработчики:

Старший преподаватель, кафедра электротехники, теплотехники и виэ Моргун С.М.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 №144, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Работник по техническому обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 03.10.2022 № 605н; "Работник по техническому обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередачи", утвержден приказом Минтруда России от 04.06.2018 № 361н; "Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей", утвержден приказом Минтруда России от 31.08.2021 № 611н; "Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства", утвержден приказом Минтруда России от 30.08.2021 № 590н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Электротехник и, теплотехники и ВИЭ	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Григораш О.В.	Согласовано	01.04.2024, № 8
2	Электрических машин и электропривода	Председатель методической комиссии/совета	Стрижков И.Г.	Согласовано	22.04.2024, № 27

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - Целью освоения дисциплины Б1.О.20 «Метрология» является формирование комплекса знаний о методах и технических средствах измерений электрических и неэлектрических величин.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать способность использовать технические средства и методы для измерения, контроля и управления основными параметрами технологического процесса;
- сформировать способность оформлять и использовать специальную документацию в профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности

ОПК-6.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин

Знать:

ОПК-6.1/Зн1 Знает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин

Уметь:

ОПК-6.1/Ум1 Умеет применять средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин

Владеть:

ОПК-6.1/Нв1 Владеет навыками применения средств измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Метрология» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	144	4	87	3	32	36	16	30	Экзамен (27)

Всего	144	4	87	3	32	36	16	30	27
-------	-----	---	----	---	----	----	----	----	----

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Метрология	20		4	6	4	6	ОПК-6.1
Тема 1.1. Введение в дисциплину	4			2		2	
Тема 1.2. Погрешности измерений.	8		2	2	2	2	
Тема 1.3. Обработка результатов измерений.	8		2	2	2	2	
Раздел 2. Средства измерения	57		16	16	10	15	ОПК-6.1
Тема 2.1. Классификация средств измерений.	6		2	2		2	
Тема 2.2. Конструктивные особенности, узлы и детали электромеханических приборов	6		2	2		2	
Тема 2.3. Магнитоэлектрические механизмы и приборы.	8		2	2	2	2	
Тема 2.4. Электромагнитные механизмы и приборы	8		2	2	2	2	
Тема 2.5. Электро- и ферродинамические механизмы и приборы.	8		2	2	2	2	
Тема 2.6. Электростатические и индукционные механизмы и приборы.	8		2	2	2	2	
Тема 2.7. Вспомогательные измерительные преобразователи.	5		2	2		1	
Тема 2.8. Цифровые измерительные приборы (ЦИП).	8		2	2	2	2	
Раздел 3. Измерение электрических и неэлектрических величин	34		12	12	2	8	ОПК-6.1
Тема 3.1. Измерение токов и напряжений .	6		2	2		2	
Тема 3.2. Измерение параметров цепей постоянного тока	6		2	2		2	

Тема 3.3. Измерение параметров цепей переменного тока. Использование мостов переменного тока	5		2	2		1	
Тема 3.4. Измерение мощности	7		2	2	2	1	
Тема 3.5. Учет электрической энергии	5		2	2		1	
Тема 3.6. Оценка параметров качества электроэнергии	5		2	2		1	
Раздел 4. сертификация	3			2		1	ОПК-6.1
Тема 4.1. Сертификация. Стандартизация.	3			2		1	
Раздел 5. Внеаудиторная работа	3	3					ОПК-6.1
Тема 5.1. Сдача экзамена	3	3					
Итого	117	3	32	36	16	30	

5. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Метрология

(Лабораторные занятия - 4ч.; Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Тема 1.1. Введение в дисциплину

(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Введение в дисциплину. Основные понятия и определения Предмет и задачи дисциплины. Краткие сведения из истории развития метрологии и электрических измерений .Роль отечественных ученых. Основные метрологи-ческие понятия и опреде-ления. Виды и методы измерений

Тема 1.2. Погрешности измерений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Погрешности измерений.

Абсолютная и относительная погрешности. Статическая и динамическая погрешности. Систематическая и случайная погрешности.

Тема 1.3. Обработка результатов измерений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Обработка результатов измерений.

Оцен-ка погрешностей прямых и косвенных изме-рений. Вероятностные ме-тоды оценки погрешностей

Раздел 2. Средства измерения

(Лабораторные занятия - 16ч.; Лекционные занятия - 16ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 15ч.)

Тема 2.1. Классификация средств измерений.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Классификация средств измерений.
Свойства средств измерений.

*Тема 2.2. Конструктивные особенности, узлы и детали электромеханических приборов
(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)*

Конструктивные особенности, узлы и детали электромеханических приборов Классификация и принципы маркировки приборов

Тема 2.3. Магнитоэлектрические механизмы и приборы.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Магнитоэлектрические механизмы и приборы.

Конструкция и принцип действия. Уравнение шкалы. Магнитоэлектрические логометры и приборы на их основе. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями.

Тема 2.4. Электромагнитные механизмы и приборы

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Электромагнитные механизмы и приборы

Конструкция и принцип действия Уравнение шкалы. Астатические приборы.

Тема 2.5. Электро- и ферродинамические механизмы и приборы.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Электро- и ферродинамические механизмы и приборы.

Конструкция и принцип действия. Уравнение шкалы. Электро- и ферродинамические амперметры, вольтметры и ватт-метры. Астатические приборы электродинамической системы.

Тема 2.6. Электростатические и индукционные механизмы и приборы.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Электростатические и индукционные механизмы и приборы. Конструкция и принцип действия. Уравнение шкалы. Электростатические вольтметры Счетчики электрической энергии.

Тема 2.7. Вспомогательные измерительные преобразователи.

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Вспомогательные измерительные преобразователи. Шунты, добавочные резисторы, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Оценка погрешностей

Тема 2.8. Цифровые измерительные приборы (ЦИП).

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Цифровые измерительные приборы (ЦИП).

Классификация. Принципы преобразования сигналов в код.

Аналого-цифровые преобразователи Метрологические характеристики ЦИП. Цифровые вольтметры. Структурные схемы.

Раздел 3. Измерение электрических и неэлектрических величин

(Лабораторные занятия - 12ч.; Лекционные занятия - 12ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Тема 3.1. Измерение токов и напряжений .

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Измерение токов и напряжений .

Измерение тока и напряжения в цепях постоянного тока. Измерение тока и напряжения в цепях переменного тока промышленной и повышенной частоты. Критерии выбора средств измерений тока и напряжения.

Тема 3.2. Измерение параметров цепей постоянного тока

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Измерение параметров цепей постоянного тока

Измерение сопротивления постоянному току. Косвенное измерение методом вольтметра и амперметра. Использование мостов постоянного тока, магнитоэлектрических омметров. Измерение сопротивлений изоляции и заземлителей.

Тема 3.3. Измерение параметров цепей переменного тока.

Использование мостов переменного тока

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Измерение параметров цепей переменного тока.

Использование мостов переменного тока

Тема 3.4. Измерение мощности

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Измерение мощности

Измерение мощности в цепях постоянного тока Измерение активной мощности в трехфазных цепях. Измерение реактивной мощности в трехфазных цепях. Симметричная и несимметричная нагрузка

Тема 3.5. Учет электрической энергии

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Учет электрической энергии

Учет активной и реактивной энергии в одно- и трехфазных цепях переменного тока. Включение ваттметров и счетчиков через измерительные трансформаторы тока и напряжения. Особенности учета электрической энергии по двойному тарифу. Электронные счетчики электрической энергии.

Тема 3.6. Оценка параметров качества электроэнергии

(Лабораторные занятия - 2ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Оценка параметров качества электроэнергии

Показатели и нормы качества электроэнергии. Термины и определения. Отклонения частоты. Колебания напряжения и фликер. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжений в трехфазных системах. ГОСТ Р 54149-2010. Приборная оценка

Раздел 4. сертификация

(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Тема 4.1. Сертификация. Стандартизация.

(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 1ч.)

Сертификация. Стандартизация.

Цель и роль сертификации. Номенклатура продукции и услуг, подлежащих обязательной сертификации. Схемы сертификации продукции. Метрологическая служба. Государственный метрологический контроль

Раздел 5. Внеаудиторная работа

(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Тема 5.1. Сдача экзамена

(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Сдача экзамена

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Метрология

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Выполните задание в соответствии с рисунком

№1	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	магнитоэлектрической
2	электромагнитной
3	электродинамической
4	ферродинамической

2. Выполните задание в соответствии с рисунком

№2	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	магнитоэлектрической
2	электромагнитной
3	ферродинамической
4	индукционной

3. Выполните задание в соответствии с рисунком

№3	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	магнитоэлектрической
2	электродинамической
3	электростатической
4	индукционной

4. Выполните задание в соответствии с рисунком

5. Выполните задание в соответствии с рисунком

№4	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	

1	магнитоэлектрической
2	электродинамической
3	ферродинамической
4	индукционной

6. Выполните задание в соответствии с рисунком

№5	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	электродинамической
2	ферродинамической
3	электростатической
4	индукционной

7. Выполните задание в соответствии с рисунком

№6	
Название прибора для измерения тока:	
1	вольтметр
2	амперметр
3	ваттметр
4	осциллограф

8. Для определения среднемодульного значения напряжения несинусоидальной формы можно использовать вольтметр:

- магнитоэлектрический.
- выпрямительный.
- термоэлектрический.
- электродинамический.
- электростатический.

9. Для измерения постоянной составляющей напряжения несинусоидальной формы использовать прибор:

- электростатический.
- электродинамический.
- магнитоэлектрический.
- выпрямительный.

10. Астатическая конструкция прибора позволяет:

- использовать прибор на подвижных объектах.
- уменьшить влияние внешнего магнитного поля.
- уменьшить влияние электростатического поля.
- уменьшить влияние температуры.

Раздел 2. Средства измерения

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Выполните задание в соответствии с рисунком

№7	
К какой системе электромеханических приборов относятся счетчики электрической энергии?	
1	электромагнитной
2	лектродинамической
3	ферродинамической
4	индукционной

2. Выполните задание в соответствии с рисунком

№8

Обозначение на шкале прибора  -это:

1	прибор электродинамический
2	прибор ферродинамический
3	прибор электростатический
4	прибор индукционный

3. Выполните задание в соответствии с рисунком

№9

Обозначение на шкале прибора  -это:

1	прибор электродинамический
2	прибор ферродинамический
3	прибор электростатический
4	прибор индукционный

4. Выполните задание в соответствии с рисунком

Обозначение на шкале прибора  -это:

1	прибор ферродинамический
2	прибор электростатический
3	прибор индукционный
4	прибор электродинамический

5. Выполните задание в соответствии с рисунком

№11

Обозначение на шкале прибора  -это:

1	прибор электромагнитный
2	прибор индукционный
3	прибор электродинамический
4	прибор электростатический

6. Выполните задание в соответствии с рисунком

№13

Обозначение на шкале прибора  -это:

1	прибор предназначен для полевых условий
2	испытательное напряжение сопротивления изоляции 500В
3	корпус прибора присоединить к контуру заземления
4	генераторный зажим прибора

7. Выполните задание в соответствии с рисунком

№14

Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 

1	магнитоэлектрической
2	электродинамической
3	электростатической
4	индукционной

8. Прибор, какой системы нельзя использовать для прямого измерения тока.

- магнитоэлектрической.
- электромагнитной.
- электродинамической.
- ферродинамической.
- электростатической.

9. Прибор, какой системы имеет наибольший частотный диапазон?

- магнитоэлектрической.
- электромагнитной.
- электродинамической.
- электростатической.
- индукционной.

10. Вариометр-это:

- Прибор для измерения нестабильности напряжения источника питания.
- прибор для измерения реактивной мощности.
- измерительный показатель во влагомерах.
- мера взаимной индукции.
- прибор для измерения магнитной индукции.

Раздел 3. Измерение электрических и неэлектрических величин

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Выполните задание в соответствии с рисунком

№15	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	магнитоэлектрической
2	электродинамической
3	ферродинамической
4	индукционной

2. Выполните задание в соответствии с рисунком

№16	
Механизм прибора (или прибор) такой системы имеет графическое обозначение 	
1	электродинамической
2	ферродинамической
3	электростатической
4	индукционной

3. Выполните задание в соответствии с рисунком

№17	
К какой системе электромеханических приборов относятся счетчики электрической энергии?	
1	электромагнитной
2	электродинамической
3	ферродинамической
4	индукционной

4. Выполните задание в соответствии с рисунком

№19

Наиболее широкий частотный диапазон при измерении напряжения у приборов:

1	магнитоэлектрических
2	электромагнитных
3	электродинамических
4	электростатических

5. Выполните задание в соответствии с рисунком

№20

К генераторным относятся преобразователи:

1	тензорезисторы
2	терморезисторы
3	термопары
4	фоторезисторы

6. Выполните задание в соответствии с рисунком

№21

Успокоитель в конструкции прибора служит:

1	для уменьшения вибрации корпуса
2	для увеличения быстродействия прибора
3	для возврата подвижной части в исходное положение
4	для уменьшения влияния внешних полей

7. Для расширения пределов измерения магнитоэлектрического вольтметра используют:

- измерительный трансформатор тока.
- шунт.
- добавочное сопротивление.
- измерительный трансформатор напряжения

8. Для определения индуктивности катушки можно использовать:

- мост постоянного тока.
- мост переменного тока.
- компенсатор постоянного тока.
- амперметр и вольтметр.

9. Какими приборами можно измерить ЭДС источника постоянного тока?

- вольтметром.
- ваттметром и амперметром.
- мостом постоянного тока.
- компенсатором постоянного тока.
- вольтметром и амперметром.

10. Каким образом используют ваттметры для измерения реактивной мощности в трехфазных цепях?

- включая обмотку напряжения на “чужое напряжение”.
- включая в цепь обмотки напряжения ваттметра фазосдвигающую (RL) цепочку.
- переключая нагрузку со звезды на треугольник.
- включая в цепь обмотки напряжения фазосдвигающую (RC) цепочку

Раздел 4. сертификация

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Выполните задание в соответствии с рисунком

№22

Наличие неподвижного сердечника в конструкции магнитоэлектрического прибора:	
1	увеличивает механическую прочность
2	увеличивает чувствительность
3	увеличивает быстродействие
4	увеличивает <u>виброустойчивость</u>

2. Выполните задание в соответствии с рисунком

№23	
Уравнение шкалы магнитоэлектрического прибора:	
а) $\alpha = S * I^2$	б) $\alpha = S * I$
в) $\alpha = S * I_1 * I_2$	г) $\alpha = S * \frac{I_1}{I_2}$
1	<u>а</u>
2	<u>б</u>
3	<u>в</u>
4	<u>г</u>

3. Выполните задание в соответствии с рисунком

№24	
Угол поворота подвижной части магнитоэлектрического логометра определяется выражением:	
а) $\alpha = F * (I^2)$	б) $\alpha = F * (I_1 * I_2)$
в) $\alpha = F * (I_1 / I_2)$	г) $\alpha = F * (I)$
1	<u>а</u>
2	<u>б</u>
3	<u>в</u>
4	<u>г</u>

4. Выполните задание в соответствии с рисунком

№25	
Уравнение шкалы электродинамического прибора:	
а) $\alpha = \frac{1}{2W_N} * \frac{dL}{d\alpha} * I^2$	б) $\alpha = \frac{1}{2W_N} * \frac{dC}{d\alpha} * U^2$
в) $\alpha = \frac{1}{W_N} * \frac{dM}{d\alpha} * I_1 * I_2 * \cos \psi$	г) $\alpha = \frac{B * S * W}{W_N} * I$
1	<u>а</u>
2	<u>б</u>
3	<u>в</u>
4	<u>г</u>

5. Выполните задание в соответствии с рисунком

№26	
Амперметр какой системы имеет равные диапазон показаний и диапазон измерений?	
1	магнитоэлектрической
2	электромагнитной
3	электростатической
4	электродинамический

6. Выполните задание в соответствии с рисунком

№27	
Какую функцию выполняет пружина в приборах магнитоэлектрической системы?	
1	демпфирует при ударах

1	демпфирует при ударах
2	создает противодействующий момент
3	служит для успокоения подвижной части прибора
4	создает вращающий момент

7. При какой нагрузке можно использовать схему Арона включения ваттметров для измерения реактивной мощности:

- при симметричной.
- при равномерной.
- при активной.
- при однородной.

8. Применение магнитоэлектрического логометра мегомметрах позволит уменьшить влияние:

- внешнего магнитного поля.
- вибрации при вращении ручки генератора.
- Нестабильности напряжения генератора.
- Внешнего электростатического поля.

9. Укажите из перечисленных наиболее оптимальный комплект приборов для косвенного измерения коэффициента мощности трехфазной симметричной нагрузки:

- Вольтметр и ваттметр.
- Амперметр и варметр.
- Вольтметр, амперметр и ваттметр.
- Вольтметр, амперметр и варметр.

10. Какой вольтметр рекомендуется использовать при измерении сопротивления заземляющего устройства по методу амперметра и вольтметра?

- с большим внутренним сопротивлением.
- с малым внутренним сопротивлением.
- с внутренним сопротивлением равным измеряемому.
- с широким частотным диапазоном.
- магнитоэлектрической системы.

Раздел 5. Внеаудиторная работа

Форма контроля/оценочное средство:

Вопросы/Задания:

.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Пятый семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-6.1

Вопросы/Задания:

1. История развития электроизмерительной техники. Значение метрологии, стандартизации и сертификации

2. Основные понятия и определения в области метрологии и электрических измерений.

3. Виды и методы измерений, их классификация.

4. Погрешности эл. измерений и их классификация.

5. Систематические погрешности и методы их исключения.

6. Случайные погрешности и их количественная оценка.
7. Оценка погрешности прямых измерений.
8. Оценка погрешности косвенных измерений.
9. Суммирование погрешностей.
10. Классификация средств измерений.
11. Характеристики средств измерений.
12. Погрешности технических средств измерений.
13. Класс точности средств измерений.
14. Меры ЭДС.
15. Меры активного сопротивления.
16. Меры индуктивности, взаимной индуктивности и емкости.
17. Аналоговые электромеханические приборы, их структурная схема и классификация.
18. Наносимые условные обозначения на шкалы приборов.
19. Общие узлы и детали электромеханических приборов.
20. Магнитоэлектрические механизмы и приборы.
21. Магнитоэлектрические логометры.
22. Выпрямительные приборы.
23. Термоэлектрические приборы.
24. Электронные аналоговые приборы. Структурные схемы электронных приборов.
25. Электронные вольтметры среднего действующего и максимального значений.
26. Электромагнитные механизмы и приборы.
27. Электромагнитные астатические приборы.
28. Электродинамические механизмы и приборы.
29. Электродинамические амперметры и вольтметры.

30. Электродинамические ваттметры.
31. Ферродинамические механизмы и приборы
32. Электростатические механизмы и приборы.
33. Электростатические механизмы и приборы.
34. Индукционные счетчики эл.энергии: устройство, принцип работы, вывод основного уравнения.
35. Индукционные счетчики эл.энергии: номинальная и действительная постоянные, погрешность, самоход, чувствительность, регулировки, схема включения.
36. Регистрирующие приборы. Электронные осциллографы.
37. Приборы сравнения. Метрологические характеристики.
38. Одинарный мост постоянного тока.
39. Неуравновешенные мосты постоянного тока и их практическое применение.
40. Мосты переменного тока.
41. Мосты переменного тока для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь.
42. Компенсаторы постоянного тока.
43. Масштабные измерительные преобразователи. Шунты и добавочные сопротивления.
44. Измерительные трансформаторы тока.
45. Измерительные трансформаторы напряжения.
46. Обобщенная схема цифровых измерительных приборов
47. Преобразование непрерывной измеряемой величины в цифровой код.
48. Классификация цифровых измерительных приборов.
49. Цифровые измерительные приборы последовательного счета. Измеритель интервала времени.
50. Цифровые вольтметры постоянного тока с время- импульсным преобразованием.
51. Цифровые измерительные приборы последовательного приближения. Вольтметр постоянного тока с кодо- импульсным преобразованием.

52. Цифровые измерительные приборы считывания. Характеристики цифровых измерительных приборов.

53. Измерение силы тока и напряжения в цепях постоянного тока.

54. Измерение силы тока и напряжения в цепях переменного тока.

55. Измерение активной мощности в цепях постоянного тока.

56. Измерение активной мощности в однофазных цепях переменного тока.

57. Методы измерения активной мощности в 3-х фазных цепях при симметричной нагрузке.

58. Методы измерения активной мощности в 3-х фазных цепях при несимметричной нагрузке.

59. Измерение реактивной мощности в однофазных цепях переменного тока.

60. Измерение реактивной мощности в 3-х фазных цепях.

61. Учет активной энергии в однофазных цепях.

62. Учет активной энергии в 3-х фазных цепях.

63. Учет реактивной энергии.

64. Измерение коэффициента мощности и разности фаз.

65. Косвенные методы измерения сопротивления на постоянном токе.

66. Прямые методы измерения сопротивления на постоянном токе.

67. Измерение сопротивления изоляции мегомметрами.

68. Измерение сопротивления мостом постоянного тока.

69. Измерение сопротивления заземления.

70. Показатели и нормы качества электроэнергии. Термины и определения

71. Отклонения частоты.

72. Колебания напряжения и фликер.

73. Несимметрия напряжений в трехфазных системах.

74. Несинусоидальность напряжения.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Метрология: Учебник / О.Б. Бавыкин, О. Ф. Вячеславова, Д. Д. Грибанов [и др.] - 3 - Москва: Издательство "ФОРУМ", 2024. - 522 с. - 978-5-16-018796-9. - Текст: электронный. // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/2058/2058775.jpg> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
2. Вострокнутов, Н. Н. Электрические измерения: учебное пособие / Н. Н. Вострокнутов, - Электрические измерения - Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2017. - 321 с. - 978-5-93088-188-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/78189.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
3. Кравцов, А.В. Электрические измерения: Учебное пособие / А.В. Кравцов, А.В. Пузарин. - 1 - Москва: Издательский Центр РИОР, 2023. - 148 с. - 978-5-16-013519-9. - Текст: электронный. // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/2069/2069332.jpg> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Эрастов, В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - 2 - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 196 с. - 978-5-16-102524-6. - Текст: электронный. // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/1983/1983263.jpg> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке
2. Угольников, А. В. Метрология. Электрические измерения: практикум / А. В. Угольников, - Метрология. Электрические измерения - Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. - 140 с. - 978-5-4497-0019-3. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/82232.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/> - Издательство «Лань»
2. <http://e.lanbook.com/> - Издательство «Лань»
3. <http://www.iprbookshop.ru/> - IPRbook

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1 Microsoft Windows - операционная система.

2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>

2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>

3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Компьютерный класс

205эл

коммутатор - 1 шт.

Компьютер персональный Dell OptiPlex 3050 - 1 шт.

Компьютер персональный IRU Corp 310 i3 3240/4Gb/500Gb/W7Pro64 - 1 шт.

телевизор Samsung LE-46N87BD - 1 шт.

экран настенный - 1 шт.

Лаборатория

320эл

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Лабораторные занятия

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объем дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачетных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;
- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств

(тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;

- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;

- увеличение продолжительности проведения аттестации;

- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскостную информацию в аудиальную или тактильную форму;

- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;

- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;

- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;

- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;

- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;

- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;

- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается

- интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскпечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть

- более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
 - соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
 - минимизация внешних шумов;
 - предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
 - сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).
- Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
 - наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
 - наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
 - наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
 - обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
 - предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
 - сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
 - предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
 - предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
 - возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
 - применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
 - стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
 - наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

Дисциплина "Метрология" ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.